





BEST AVAILABLE COPY**Surface wave filter comprising reactance elements**

Patent number: DE10007178
Publication date: 2001-08-23
Inventor: BAIER THOMAS (DE); UNTERBERGER MICHAEL (DE)
Applicant: EPCOS AG (DE)
Classification:
- **international:** H03H9/64; H03H9/145
- **european:** H03H9/64E3
Application number: DE20001007178 20000217
Priority number(s): DE20001007178 20000217

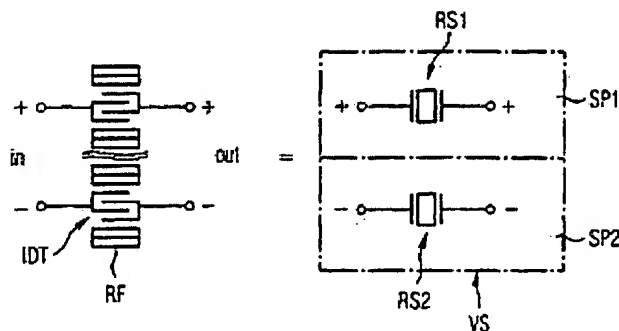
Also published as:

 WO0161859 (A3)
 WO0161859 (A2)
 US2003174029 (A1)
 CA2399303 (A1)

Report a data error here

Abstract of DE10007178

The invention relates to a high frequency surface wave filter comprising reactance elements, which is particularly suitable for use in the mobile radio telephone service. Said filter is balanced on both sides, is electrically symmetrical and comprises a quadripolar reactance series element which can be configured from two bipolar reactance elements or one quadripolar reactance series element and a resonator. One contact rail of each reactance element is connected to the input side of the filter and the other contact rail is connected to the output side of the filter.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 07 178 A 1**

⑤① Int. Cl.7:
H 03 H 9/64
H 03 H 9/145

23

⑳ Aktenzeichen: 100 07 178.3
㉔ Anmeldetag: 17. 2. 2000
㉓ Offenlegungstag: 23. 8. 2001

DE 100 07 178 A 1

㉑ Anmelder:
Epcos AG, 81669 München, DE

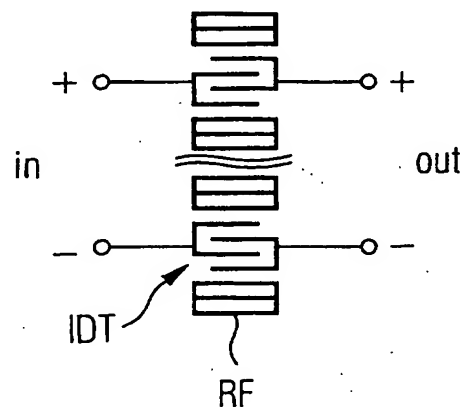
㉒ Vertreter:
Epping, Hermann & Fischer, 80339 München

㉑ Erfinder:
Baier, Thomas, Dr., 81827 München, DE;
Unterberger, Michael, 82008 Unterhaching, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Oberflächenwellenfilter mit Reaktanzelementen

⑤⑦ Es wird ein insbesondere für den Mobilfunk geeignetes OFW-HF-Filter mit Reaktanzelementen vorgeschlagen, welches beidseitig balanced konfiguriert ist, elektrisch symmetrisch aufgebaut ist und ein vierpoliges Reaktanzserienelement umfasst, welches aus zwei zweipoligen Reaktanzelementen oder einem vierpoligen Reaktanzelement und insbesondere einem Resonator gebildet werden kann, wobei jeweils eine Stromschiene der Reaktanzelemente mit der Eingangsseite des Filters und die andere Stromschiene mit der Ausgangsseite des Filters verbunden ist.



DE 100 07 178 A 1

Beschreibung

In GSM-Mobiltelefonen werden heute zum großen Teil Oberflächenwellenfilter oder kurz OFW-Filter eingesetzt, die eingangsseitig single ended und ausgangsseitig balanced betrieben werden. Single ended bedeutet dabei, dass nur einer der beiden Anschlüsse mit dem Signal belegt wird, während der andere auf Masse liegt. Diese Anschlussweise wird auch als unsymmetrisch bezeichnet. Ein balanced betriebener Ein- oder Ausgang eines OFW-Filters weist dagegen zwei Anschlüsse auf, deren Signale idealerweise gegeneinander um 180° phasenverschoben sind. Das heißt, an beiden Anschlüssen kann ein betragsmäßig gleiches Signal erhalten werden, das sich lediglich im Vorzeichen unterscheidet. Ein solcher symmetrischer/unsymmetrischer Betrieb wird auch als BALUN Funktion bezeichnet.

Für neuere Mobilfunksysteme wie EDGE, UMTS und CDMA verlangt der Markt zunehmend nach OFW HF-Filtern, die beidseitig im Balanced Mode betrieben werden können. Teilweise werden solche Filter auch schon in etablierten Mobilfunksystemen unter AMPS, PCS und PDC 1.5 eingebaut.

Ein weiterer, für die Betriebsweise eines OFW-Filters wichtiger Faktor ist die Filterimpedanz. Wurden bislang zumeist ein- und ausgangsseitig einheitlich 50 Ohm Filterimpedanz verlangt und angeboten, werden nun zunehmend für Balanced-Balanced Filter auch höhere Impedanzen im Bereich von 100 bis 400 Ohm benötigt.

Insbesondere bei der Verwendung im Mobilfunk muss ein OFW HF-Filter auch bezüglich Selektion und Einfügedämpfung höchsten Anforderungen genügen. Diese lassen sich nur mit speziellen neuartigen Filterstrukturen verwirklichen.

Bekannte Filter, die beidseitig im Balanced Mode betrieben werden können, sind beispielsweise aus der EP-A 0 605 884 bekannt. Diese sind auf der Basis von Longitudinalmodenresonatorfiltern (= Dualmode-OFW = DMS-Filter) auf Lithiumniobat oder Lithiumtantalat realisiert. Diese Filter weisen je Spur eine ungerade Anzahl von zwischen zwei Reflektoren angeordneten Interdigitalwandlern auf. Ein Balanced-Balanced Filter ist beispielsweise als Zweispurfilter ausgebildet, bei dem zwei Spuren mit je drei Wandlern jeweils über den mittlern Wandler in Kaskade geschaltet sind. Jeweils die beiden äußeren Wandler einer Spur sind mit dem Ein- oder Ausgang verbunden und weisen eine Phaseninversion auf, so daß ein symmetrischer Betrieb am jeweiligen Ein- oder Ausgang möglich ist. Ein solches Filter besitzt ein- und ausgangsseitig die gleiche Impedanz.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, beidseitig im Balanced Mode betreibbare Filter zur Verfügung zu stellen, die eine hohe Selektion und eine niedrige Einfügedämpfung aufweisen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Oberflächenwellen-Filter nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Die Erfindung schlägt erstmals vor, ein beidseitig im Balanced Mode betreibbares HF-Filter mit Reaktanzelementen auf OFW-Basis aufzubauen. Ein Reaktanzelement auf OFW-Basis kann dabei als OFW-Resonator ausgebildet sein. Allgemeine Definition eines Reaktanzelements ist jedoch, dass es für sich genommen nicht als Filter wirkt, sondern nur über seine Impedanz, die dementsprechend auch durch ein beliebiges Impedanzelement ersetzt werden kann. Das erfindungsgemäße Filter ist elektrisch vollkommen symmetrisch aufgebaut. Es weist zumindest ein vierpoliges Reaktanzserienelement auf, wobei je zwei Pole (= Anschlüsse) den symmetrischen Ein- bzw. Ausgang bilden. Ein

vierpoliges Reaktanzserienelement kann dabei durch zwei einzelne geometrisch gleiche zweipolige Reaktanzelemente oder durch ein einziges (vierpoliges) Reaktanzelement mit vier Anschlüssen (Polen) gebildet sein. Unter Reaktanzserienelement wird im Sinn der Erfindung ein OFW-Reaktanzelement verstanden, welches zumindest einen Interdigitalwandler aufweist, von dem eine Stromschiene mit der Eingangsseite, die andere Stromschiene mit der Ausgangsseite verbunden ist, so daß eine serielle Verbindung (Pfad) zwischen Ein- und Ausgangsseite hergestellt ist, in die das Reaktanzserienelement eingebettet ist.

Ein erfindungsgemäßes vierpoliges Reaktanzserienelement stellt eine Basisstruktur für ein rudimentäres OFW-HF-Filter dar, das die genannte Aufgabe in einfacher Weise löst. Bisherige Reaktanzfilter weisen eine unsymmetrische Struktur auf und besitzen beidseitig jeweils nur einen signalführenden Anschluss, also einen single ended Anschluss, während der andere Anschluss mit Masse verbunden ist. Ein solches bekanntes Reaktanzfilter besitzt daher nur einen seriellen Pfad, der die beiden signalführenden Anschlüsse an Ein- und Ausgangsseite miteinander verbindet. Der Anschluß zur Masse wird über parallel dazu geschaltete Resonatoren bzw. Reaktanzelemente vorgenommen. Die gesamte Anordnung bekannter Reaktanzfilter ist daher sowohl elektrisch als auch geometrisch unsymmetrisch.

In der einfachsten Ausführung sind zwei Resonatoren vorgesehen, die zusammen ein Reaktanzserienelement bilden. Jeweils ein Anschluss der zwei Resonatoren ist mit der Eingangsseite, der andere Anschluss über die jeweils andere Stromschiene mit der Ausgangsseite verbunden. Die Resonatoren sind akustisch nicht gekoppelt.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung können die beiden jeweils ein Reaktanzelement bzw. einen Resonator aufweisenden seriellen Pfade über zumindest einen parallelen Ast symmetrisch miteinander verbunden werden, wobei ein vollwertiges HF Filter erhalten wird. Im einfachsten Fall kann dies ein parallel dazu geschalteter OFW-Resonator sein.

Möglich ist es jedoch auch, die Ein- oder Ausgänge des vierpoligen Reaktanzserienelements mit dem symmetrischen Eingang eines beidseitig symmetrischen DMS-Filters zu verbinden. Die Ausgänge des DMS-Filters stellen dann den Aus- bzw. Eingang eines vollwertigen erfindungsgemäßen Filters dar.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist ebenfalls ein paralleler Ast zwischen den beiden seriellen Pfaden vorgesehen, in dem zwei in Serie geschaltete Reaktanzelemente bzw. Resonatoren angeordnet sind, die akustisch nicht gekoppelt sind. Als paralleles Reaktanzelement kann auch ein Resonator eingesetzt werden, dessen eine Stromschiene achsensymmetrisch in zwei Teile aufgeteilt ist, die jeweils mit den beiden Anschlüssen des Interdigitalwandlers verbunden sind. Die gegenüberliegende Stromschiene des so geteilten Interdigitalwandlers stellt einen virtuellen Massepunkt dar, der ggf. auch mit einem Masseanschluß verbunden werden kann.

Ein vierpoliges einzelnes Reaktanzserienelement wird auch erhalten, wenn der Interdigitalwandler eines Oberflächenwellenresonators symmetrisch in zwei Teilwandler zerlegt wird, die jeweils zwei Anschlüsse aufweisen. Beiderseits der akustischen Spur des Resonators sind dann symmetrische Ein- und Ausgänge ausgebildet, die die Ein- und Ausgänge einer Basisstruktur eines mit weiteren symmetrischen OFW-Komponenten voll funktionsfähigen hochsymmetrischen HF-Filters darstellen.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann das vierpolige Reaktanzserienelement symmetrisch mit weiteren Reaktanzelementen oder auch DMS-Filtern in Kaskade

geschaltet werden. So kann ein in Kaskade mit dem Reaktanzserienelement geschaltetes DMS-Filter in Kaskade mit einem weiteren symmetrischen DMS-Filter stehen. Möglich ist es auch, zwei symmetrische DMS-Filter über das dazwischen geschaltete vierpolige Reaktanzserienelement miteinander zu verbinden. Jedes der DMS-Filter kann dabei wiederum kaskadiert sein, also mehrere in Kaskade geschaltete akustische Spuren aufweisen.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind in elektrisch symmetrischer Verschaltung zwei vierpolige Reaktanzelemente über Kreuz in Form einer Brückenschaltung miteinander verbunden. Dabei werden die beiden Anschlüsse des symmetrischen Eingangs des ersten vierpoligen Reaktanzelements mit jeweils einem Anschluß von Ein- und Ausgang des zweiten vierpoligen Reaktanzelements verbunden. Die beiden Anschlüsse des Ausgangs des ersten Reaktanzelements werden mit dem jeweils anderen Anschluss von Ein- und Ausgang des zweiten Reaktanzelements verbunden. Dies ist die einzige Ausführung der Erfindung, die keine geometrisch symmetrische Anordnung darstellt, sondern nur eine elektrisch symmetrische.

Ein erfindungsgemäßes Reaktanzfilter kann auch eine DMS Spur oder einen Resonator enthalten, bei dem zwei nebeneinander liegende Oberflächenwellenstrukturen, unabhängig voneinander ausgewählt aus Interdigitalwandler und Reflektor gegeneinander phasenverschoben sind. Der Übergang zwischen den beiden phasenverschobenen Oberflächenwellenstrukturen wird dabei durch eine kontinuierlich variierte Fingerperiode und durch kontinuierlich variierte Fingerabstände, oder nur durch eine kontinuierlich variierte Fingerperiode gestaltet, wobei die Fingerperiode im Bereich des Übergangs ein Minimum aufweist und von beiden Seiten her kontinuierlich abnimmt. Damit werden Streuverluste im HF Filter vermieden.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung können einzelne oder mehrere Interdigitalwandler von Reaktanzelementen oder mit diesen verschalteten DMS-Filtern bzw. DMS-Spuren gewichtet sein, um verschiedene Parameter des gesamten Filters anzupassen. Beispielsweise kann damit die Bandbreite des Filters variiert, die Impedanz des Filters verändert oder die Selektion erhöht werden. Eine solche Wichtung kann als Weglasswichtung oder Überlappwichtung ausgeführt sein. Weitere Beispiele für gewichtete Interdigitalwandler, die alle in erfindungsgemäßen Filtern eingesetzt werden können, sind z. B. der DE-A-197 24 259 (= 97P1705) zu entnehmen, auf die hiermit vollinhaltlich Bezug genommen wird.

Möglich ist es jedoch auch, bei einem Interdigitalwandler eine Kaskaden-Wichtung durchzuführen. Dazu wird ein Teil des Interdigitalwandlers durch zwei oder mehrere in Serie verschaltete Teilwandler mit jeweils reduzierter Spurbreite ersetzt. Die serielle Verschaltung der Teilwandler kann dabei durch eine in einen herkömmlichen Interdigitalwandler eingezogene zusätzliche Stromschiene mit entsprechend veränderter Fingeranschlussfolge erreicht werden. Dabei ist es auch möglich, daß eine innere Stromschiene nicht über die gesamte Länge des Interdigitalwandlers reicht. Im Ergebnis wird dann ein Interdigitalwandler erhalten, der in mehrere parallel geschaltete Teilwandler aufgeteilt ist, wobei einer dieser Teilwandler nochmals in zwei oder mehr seriell verschaltete Teilwandler aufgeteilt ist. So läßt sich in einfacher Weise die Impedanz des Interdigitalwandlers und damit auch diejenige des Ein- oder Ausgangs oder des Reaktanzelementes oder des Filters erhöhen.

Vorzugsweise ist ein erfindungsgemäßes Filter auf einem einzigen Substrat aufgebaut, wobei Lithiumtantalat und Lithiumniobat bevorzugt sind.

Für die Metallisierung auf diesen Substratmaterialien sind

Elektrodenstrukturen aus Aluminium, aus Aluminium/Kupferlegierung, aus Aluminium- und Kupferschichten, aus Aluminium/Magnesiumlegierung oder aus Aluminium- und Magnesiumschichten geeignet. Diese zeichnen sich z. B. durch eine gute Haftung auf dem Substratmaterial aus.

Ein erfindungsgemäßes OFW-HF-Filter ist auch in der Verwirklichung auf dem piezoelektrischen Substrat geometrisch hochsymmetrisch – mit Ausnahme der Brückenschaltung. Dies hat zur Folge, daß auch die elektrischen Anschlüsse (Pole) symmetrisch auf dem Substrat angeordnet sind. Wenn das erfindungsgemäße Filter in Flipchiptechnik auf einer Basisplatte montiert wird, bei der das Substrat mit zu der Basisplatte weisenden Metallisierungen über Lotkugeln oder Bumps mit der genannten Basisplatte verbunden wird, werden in ihren äußeren Ausmaßen besonders kompakte Filter erhalten.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der dazu gehörigen 14 Figuren näher erläutert.

Fig. 1 zeigt ein aus zwei Reaktanzelementen bestehendes vierpoliges Reaktanzserienelement.

Fig. 2 zeigt ein als vierpoliges Reaktanzelement ausgebildetes Reaktanzserienelement.

Fig. 3 zeigt zwei symmetrisch seriell verschaltete Resonatoren im parallelen Ast.

Fig. 4 zeigt einen symmetrischen parallelen Ast mit einem Reaktanzelement.

Fig. 5 zeigt eine symmetrische DMS-Filterstruktur.

Fig. 6 zeigt ein Reaktanzelement im symmetrischen parallelen Ast.

Fig. 7 zeigt ein symmetrisches Reaktanzserienelement in Kaskade mit einem symmetrischen DMS-Filter.

Fig. 8 zeigt ein symmetrisches DMS-Filter in Kaskade mit einem symmetrischen Reaktanzserienelement.

Fig. 9 zeigt ein zwischen zwei symmetrische DMS-Filter geschaltetes symmetrisches Reaktanzserienelement.

Fig. 10 zeigt zwei serielle Reaktanzelemente mit einem parallel dazu geschalteten Reaktanzelement, so dass diese ein symmetrisches Reaktanzfilter bilden.

Fig. 11 zeigt ein vierpoliges symmetrisches Reaktanzserienelement, zu dem ein zweipoliges Reaktanzelement parallel geschaltet ist, so dass symmetrisches Reaktanzfilter gebildet wird.

Fig. 12 zeigt eine Brückenschaltung aus zwei vierpoligen Reaktanzserienelementen.

Fig. 13 zeigt eine Durchlaßkurve eines erfindungsgemäßen Filters und

Fig. 14 zeigt einen teilweise in Halbspuren geteilten Interdigitalwandler für ein Reaktanzelement mit erhöhter Impedanz.

Fig. 1 zeigt eine einfache Ausführungsform der Erfindung, bei der das vierpolige Reaktanzserienelement durch zwei als Resonatoren ausgebildete geometrisch gleiche Reaktanzelemente RS ausgebildet ist. Je ein Anschluss (Pol) der beiden zweipoligen Reaktanzelemente RS1, RS2 bilden zusammen den Eingang IN, während die beiden anderen Anschlüsse den Ausgang OUT bilden. Jedes Reaktanzelement RS besteht dabei aus einem Interdigitalwandler IDT, der zwischen zwei Reflektoren RF angeordnet ist. Das erste Reaktanzelement RS1 bildet den ersten seriellen Pfad SP1, das zweite Reaktanzelement RS2 den zweiten seriellen Pfad SP2, was durch eine symbolische Schreibweise im rechten Teil der Fig. 1 vereinfacht dargestellt ist. Die beiden Reaktanzelemente RS sind akustisch nicht miteinander gekoppelt, was im linken Teil der Zeichnung durch die doppelte Wellenlinie verdeutlicht ist.

Fig. 2 zeigt ein vierpoliges Reaktanzserienelement, das als Reaktanzelement (Resonator) mit vier Anschlüssen aus-

gebildet ist. Bei diesem Resonator ist der zentrale Interdigitalwandler symmetrisch in der Mitte in einen ersten Teilwandler T1 und einen zweiten Teilwandler T2 geteilt, die jeweils zwei Anschlüsse aufweisen. Jeweils zwei auf einer Seite liegende Anschlüsse werden dabei zu Eingang IN oder Ausgang OUT zusammengefasst. Ein solches vierpoliges Reaktanzelement stellt ein rudimentäres OFW-Filter dar. Aufgrund der Reziprozität von OFW-Bauelementen ist für dieses und alle weiteren erfindungsgemäßen Filter klar, dass sie auch in umgekehrter Richtung betrieben können, also in einer Betriebsweise, bei der Ein- und Ausgänge IN, OUT vertauscht sind. Dies gilt auch für die Anordnung der im folgenden beschriebenen Teilstrukturen, die mit einem solchen Reaktanzserienelement in Kaskade verschaltet werden können.

Fig. 3 zeigt einen parallelen Ast PA, der zwischen die beiden Anschlüsse IN, OUT auf Ein- oder Ausgangsseite des Reaktanzserienelements geschaltet werden kann. Im parallelen Ast sind zwei Reaktanzelemente RP in Serie geschaltet. Zwischen den beiden Reaktanzelementen RP befindet sich ein virtueller Massepunkt G, welcher aufgrund seiner symmetrisch zentralen Lage zwischen den seriellen Pfaden ein konstantes elektrisches Potential aufweist und wahlweise auch mit Masse verbunden werden kann.

Fig. 4 zeigt ein anders aufgebautes Reaktanzelement, das ebenfalls in einem parallelen Ast angeordnet ist, welche zwischen die beiden Anschlüsse des Ein- oder Ausgangs eines Reaktanzserienelements geschaltet werden kann. Dieses Reaktanzelement weist einen zwischen zwei Reflektoren angeordneten Interdigitalwandler auf, bei dem eine Stromschiene (in der Figur rechts dargestellt) symmetrisch in zwei Teilschienen TS1, TS2 aufgeteilt ist. Im Ergebnis ist der Interdigitalwandler in zwei in Serie verschaltete Teilwandler aufgeteilt, die zusammen ein Reaktanzelement für den parallelen Ast darstellen, die mit einem der in Fig. 1 oder 2 dargestellten Reaktanzserienelemente verbunden werden können.

Fig. 5 zeigt ein bekanntes für sich funktionsfähiges DMS-Filter, welches ein- und ausgangsseitig symmetrische Anschlüsse aufweist. Dazu ist der mittlere der insgesamt drei Interdigitalwandler durch symmetrische Aufteilung einer Stromschiene mit zwei auf einer Seite der akustischen Spur liegenden Anschlüssen IN versehen. Diese bilden den symmetrischen Eingang IN. Die beiden äußeren Interdigitalwandler sind mit dem Ausgang OUT verbunden. Ein solches symmetrisches DMS-Filter kann nun – ähnlich wie ein Reaktanzelement im parallelen Ast – als zusätzliche Teilstruktur mit dem Ein- oder Ausgang eines Reaktanzserienelements (siehe Fig. 1 oder 2) verbunden werden, oder anders ausgedrückt mit diesem in Kaskade verschalten werden. Möglich ist es auch, ein DMS Filter mit einem Reaktanzserienelement, das ein Reaktanzelement im seriellen Ast aufweist, in Kaskade zu schalten.

Fig. 6 zeigt eine weitere mögliche Teilstruktur, die mit einem erfindungsgemäßen Reaktanzserienelement verbunden werden kann. In einem parallelen Ast ist hier ein einfacher OFW Resonator als paralleles Reaktanzelement RP angeordnet.

Fig. 7 zeigt eine weitere Ausführung der Erfindung, bei der ein vierpoliges Reaktanzserienelement VS in Kaskade mit einem symmetrischen DMS-Filter DMS (siehe z. B. Fig. 5) verschaltet ist. Der über die äußeren Interdigitalwandler des DMS-Filters DMS gebildete Ausgang ist mit den beiden Anschlüssen des Eingangs des Reaktanzserienelements verbunden.

Fig. 8 zeigt eine ähnliche Verschaltung wie Fig. 7, doch ist dabei das symmetrische DMS-Filter DMS über die beiden Anschlüsse des mittleren Interdigitalwandlers mit dem

Reaktanzserienelement VS verbunden.

Fig. 9 zeigt ein Reaktanzserienelement VS, welches beidseitig in Kaskade mit je einem symmetrischen DMS-Filter DMS1, DMS2 verschaltet ist. In der dargestellten Ausführung sind die DMS-Filter jeweils über die äußeren Interdigitalwandler mit dem Reaktanzserienelement verbunden. Möglich ist es jedoch auch, die Verbindung des DMS-Filters zum Reaktanzserienelement über die beiden Anschlüsse des mittleren Interdigitalwandlers der DMS-Filter vorzunehmen.

Fig. 10 zeigt ein erfindungsgemäßes Filter, bei dem zwei serielle Pfade vorgesehen sind, in denen jeweils ein zweipoliges Reaktanzelement RS1, RS2 (Resonator) angeordnet ist. Die beiden seriellen Pfade sind mit einem weiteren zweipoligen Reaktanzelement bzw. mit einem zweipoligen Resonator überbrückt, der im parallelen Ast angeordnet ist. Dabei wird der Resonator (RP) im parallelen Ast in der Frequenz so gegen die Resonatoren (RS1, RS2) in den seriellen Pfaden verstimmt, dass die Resonanzfrequenzen der Resonatoren (RS1, RS2) in den seriellen Pfaden größer oder gleich der Antiresonanzfrequenz des Resonators (RP) im parallelen Ast (PA) sind.

Fig. 11 zeigt ein Reaktanzserienelement VS, bei dem die beiden Anschlüsse des Ausgangs OUT mit einem zweipoligen Reaktanzelement RP parallel verschaltet sind. Dieses Reaktanzelement des parallelen Asts entspricht dem in Fig. 4 dargestellten Reaktanzelement mit einer aufgeteilten Stromschiene am Interdigitalwandler. In vorteilhafter Ausgestaltung sind bei diesem Filter die elektrischen Anschlüsse für den Ausgang OUT mit den Reflektoren des Reaktanzelements im parallelen Ast verbunden, und diese mit den Ausgängen des Reaktanzserienelements VS. Auf dieser Weise können die elektrisch inaktiven Reflektoren, die ebenfalls aus metallischen Strukturen bestehen als Leiterbahnen genutzt werden. Dies erspart zusätzliche Leiterbahnen auf der Oberfläche des Chips, auf dem das Filter realisiert ist.

Fig. 12 zeigt ein weiteres erfindungsgemäßes Filter, bei dem zwei vierpolige Reaktanzserienelemente VS1, VS2 über Kreuz zu einer Brücke verschaltet sind. Die Resonatoren A und B der beiden Reaktanzserienelemente sind dabei frequenzmäßig gegeneinander verstimmt, was beispielsweise durch eine unterschiedliche Fingerperiode oder einen unterschiedlichen Abstand zwischen Interdigitalwandler und Reflektoren der Resonatoren eingestellt werden kann.

Fig. 13 zeigt eine Durchlasskurve eines erfindungsgemäßen Filters, die an einem z. B. gemäß Fig. 7 ausgebildeten Filter bestimmt wurde. Das Filter zeigt eine hohe Selektion von mehr als 20 dB und eine niedrige Einfügedämpfung von maximal 3 dB über den gesamten Durchlaßbereich. Dieses Filter ist daher besonders gut zur Verwendung in Mobilfunksystemen einsetzbar, da es die dafür verlangten strengen Spezifikationen erfüllt. Dies gilt auch für alle übrigen in den Ausführungsbeispielen beschriebenen erfindungsgemäßen Filter.

Fig. 14 zeigt einen an sich bekannten kaskadengewichteten Interdigitalwandler, der in Reaktanzelementen erfindungsgemäßer Filter oder in Kaskade zu Reaktanzserienelementen geschalteten DMS Filtern verwendet werden kann und der die Impedanz des entsprechenden Filters oder Reaktanzelements erhöht. Er weist zumindest teilweise eine zusätzliche mittlere Stromschiene ZS auf, die den Wandler in zwei seriell verschaltete Teilwandler aufteilt. In der Figur ist ein solcher Interdigitalwandler dargestellt, der sich in drei zueinander parallel geschaltete Teilwandler TW1, TW2 und TW3 aufteilen lässt, wobei der mittlere Teilwandler TW3 wiederum zwei über die zusätzliche Stromschiene ZS seriell verschaltete Teilwandler umfasst. Dieser Interdigitalwandler weist gegenüber einem normalen Interdigitalwandler

eine erhöhte Impedanz auf.

Die in den Ausführungsbeispielen beschriebenen Ausgestaltungen der Erfindung stellen nur ein Teil der Lösungen dar, die durch Kombination der eben beschriebenen einzelnen Elemente möglich und darstellbar sind. Die Erfindung ist daher nicht auf die dargestellten Strukturen beschränkt und geht in ihrer allgemeinsten Form aus Anspruch 1 hervor.

Patentansprüche

1. HF-Filter mit Reaktanzelementen auf OFW-Basis
 - das auf einem piezoelektrischen Substrat aufgebaut ist
 - das balanced/balanced konfiguriert ist und daher einen symmetrischen Eingang (IN) und einen symmetrischen Ausgang (OUT) mit jeweils zwei Anschlüssen aufweist
 - das elektrisch symmetrisch aufgebaut ist
 - mit einem vierpoligen Reaktanzserienelement (VS), das ein einzelnes symmetrisches Reaktanzelement (VS) mit vier Polen oder zwei geometrisch gleiche Reaktanzelemente (RS) mit je zwei Polen umfasst, wobei jedes Reaktanzelement (VS, RS) Interdigitalwandler (IDT) aufweist, von denen eine Stromschiene mit der Eingangsseite (IN), die andere Stromschiene mit der Ausgangsseite (OUT) verbunden ist.
2. Filter nach Anspruch 1,
 - bei dem das Reaktanzserienelement (VS) zwei geometrisch gleiche Reaktanzelemente (RS) mit je zwei Polen umfasst, die jeweils in einem ersten bzw. in einem zweiten seriellen Pfad (SP1, SP2) angeordnet sind
 - bei dem zumindest ein paralleler Ast (PA) vorgesehen ist, in dem ein Resonator (RP) angeordnet ist, der zwischen erstem und zweitem seriellen Pfad (SP1SP2) geschaltet ist
 - wobei je ein Pol von erstem und zweitem seriellen Pfad den symmetrischen Eingang (IN) und die jeweils anderen Pole von erstem und zweitem seriellen Pfad den symmetrischen Ausgang (OUT) des Filters bilden.
3. Filter nach Anspruch 1, bei dem das vierpolige Reaktanzserienelement (VS) ein Resonator mit einem zwischen zwei Reflektoren (RF) angeordneten Interdigitalwandler (IDT) ist, der achsensymmetrisch in zwei Teilwandler (T) geteilt ist, wobei für jeden Teilwandler auf jeder Seite der akustischen Spur ein Anschluss vorgesehen ist, und wobei auf jeder Seite der akustischen Spur zwei Anschlüsse mit entgegengesetzter Phase angeordnet sind.
4. Filter nach Anspruch 3,
 - bei dem zumindest ein paralleler Ast (PA) vorgesehen ist, in dem ein Resonator (RP) angeordnet ist, der zwischen erstem und zweitem seriellen Pfad (SP1SP2) geschaltet ist
 - wobei je ein Pol von erstem und zweitem seriellen Pfad den symmetrischen Eingang (IN) und die jeweils anderen Pole von erstem und zweitem seriellen Pfad den symmetrischen Ausgang (OUT) des Filters bilden.
5. Filter nach Anspruch 2, bei dem der Resonator (RP) im parallelen Ast (PA) in der Frequenz so gegen die Resonatoren (RS1, RS2) des Reaktanzserienelements (VS) verstimmt sind, dass die Resonanzfrequenzen der Resonatoren (RS1, RS2) des Reaktanzserienelements (VS) größer oder gleich der Antiresonanzfrequenz des

Resonators (RP) im parallelen Ast (PA) sind.

6. Filter nach einem der Ansprüche 1-5, bei dem die beiden ein- oder ausgangsseitigen Anschlüsse (IN; OUT) des Reaktanzserienelements (RS) in Kaskade mit einem symmetrischen Eingang oder Ausgang eines symmetrischen DMS Filters (DMS) verbunden sind.
7. Filter nach Anspruch 6, welches mit zumindest einem weiteren DMS Filter (DMS2) in Kaskade verschaltet ist.
8. Filter nach einem der Ansprüche 1-7, bei dem zu zwei ein- oder ausgangsseitigen Anschlüssen des Filters oder des Reaktanzserienelements (VS) zumindest ein Reaktanzelement (RP) parallel geschaltet ist.
9. Filter nach Anspruch 8, bei dem das parallel geschaltete Reaktanzelement (RP) aus der Serienschaltung zweier Resonatoren (RP1, RP2) besteht.
10. Filter nach Anspruch 8 oder 9, bei dem das parallel geschaltete Reaktanzelement (RP) einen zwischen zwei Reflektoren (RF) angeordneten Interdigitalwandler (IDT) aufweist, dessen eine Stromschiene achsensymmetrisch in zwei Teilschienen (TS1, TS2) aufgeteilt ist, die jeweils mit einem der beiden Anschlüsse des Resonators verbunden sind (Fig. 4).
11. Filter nach Anspruch 3, bei dem zwei gegeneinander frequenzverschobene Reaktanzserienelemente (VS1, VS2) über Kreuz zu einer Brückenschaltung verbunden sind.
12. Filter nach einem der Ansprüche 1-11, bei dem ein Interdigitalwandler kaskadengewichtet ist und daher zumindest zum Teil aus in transversaler Richtung serienschalteten Teilwandlern besteht.
13. Filter nach einem der Ansprüche 1-11 bei dem ein Interdigitalwandler weglassgewichtet oder überlappgewichtet ist.
14. Filter nach einem der Ansprüche 1-13, bei dem eines der Reaktanzelemente oder ein DMS Filter zwei nebeneinander liegende Oberflächenwellenstrukturen, ausgewählt aus Interdigitalwandler und Reflektor, aufweist, die gegeneinander phasenverschoben sind, wobei die Fingerperiode im Bereich des Übergangs ein Minimum aufweist und von beiden Seiten her kontinuierlich abnimmt.
15. Filter nach einem der Ansprüche 1-14, der auf einem Substrat aufgebaut ist, welches ausgewählt ist aus Lithiumtantalat und Lithiumniobat.
16. Filter nach einem der Ansprüche 1-15, bei dem die Filter und die Reaktanzelemente eine Metallisierung aufweisen, die Aluminium, Aluminium und Kupfer oder Aluminium und Magnesium enthält.
17. Filter nach einem der Ansprüche 1-16, bei dem die Ein- und Ausgänge (IN; OUT) des Filters mit Anschluss pads auf dem Substrat verbunden sind, die wiederum über Bumps in Flipchip Technik auf eine Basisplatte kontaktiert sind.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

FIG 1

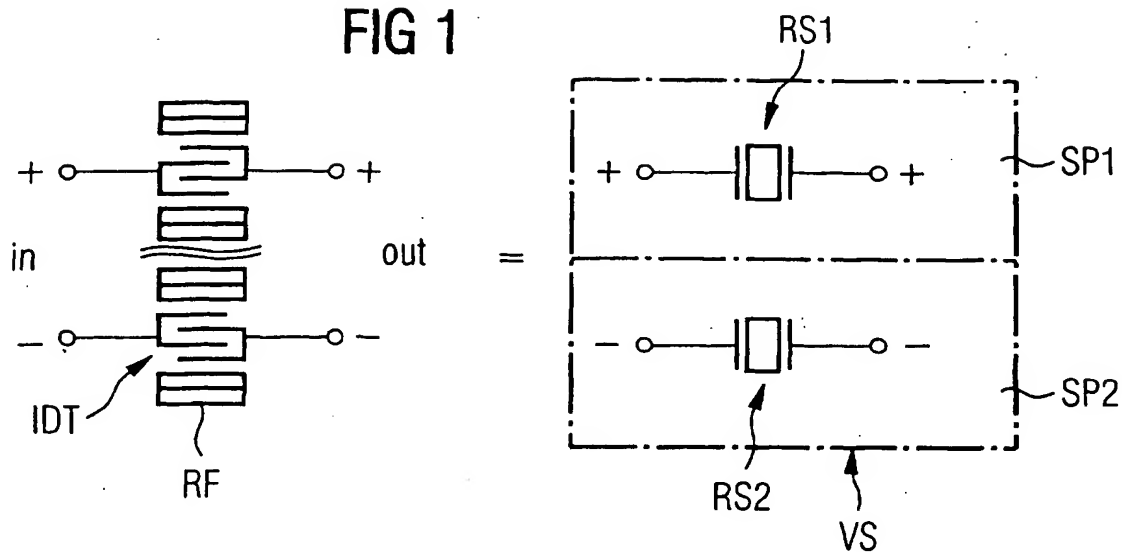


FIG 2

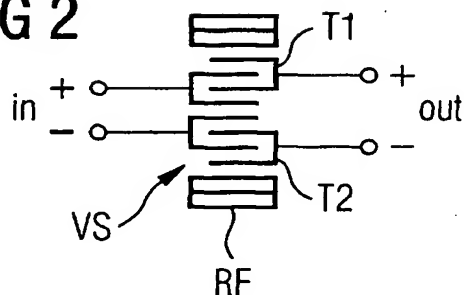


FIG 3

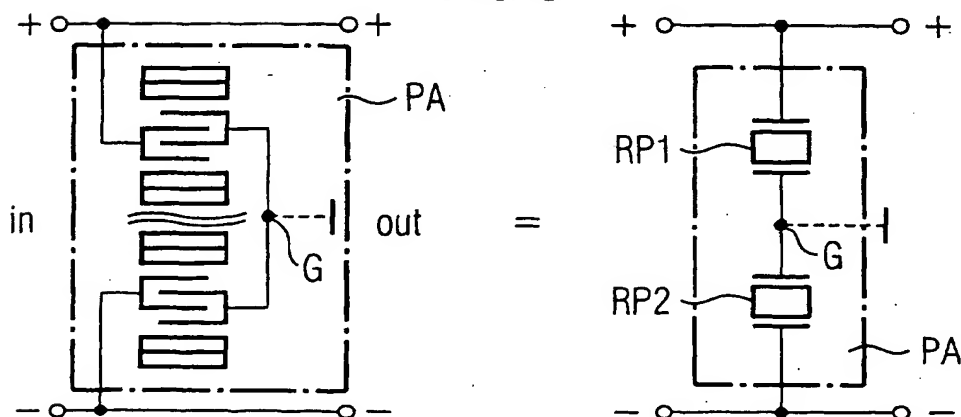


FIG 4

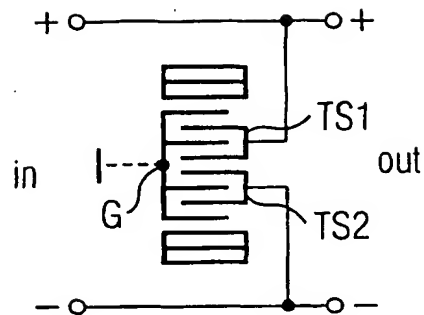


FIG 5

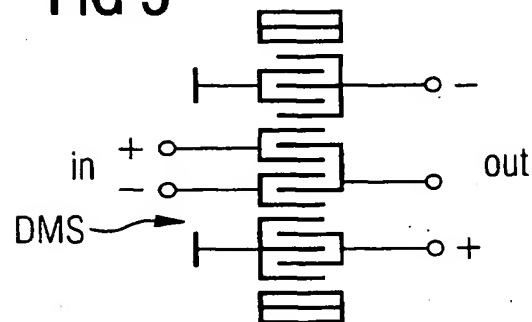


FIG 6

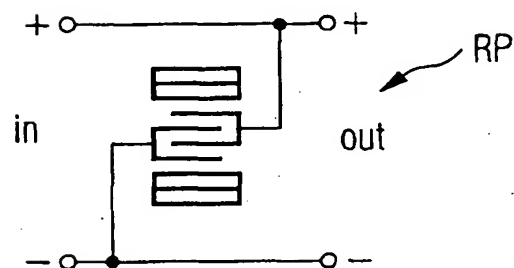


FIG 7

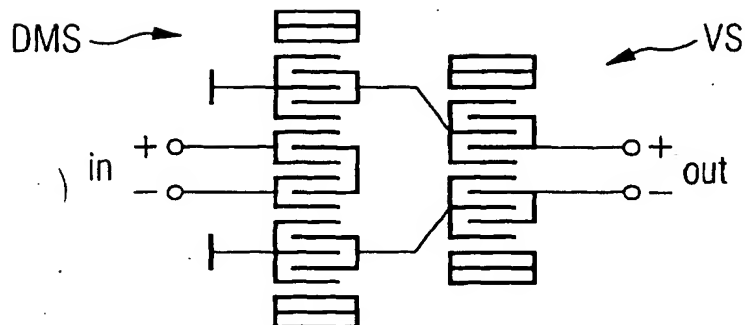


FIG 8

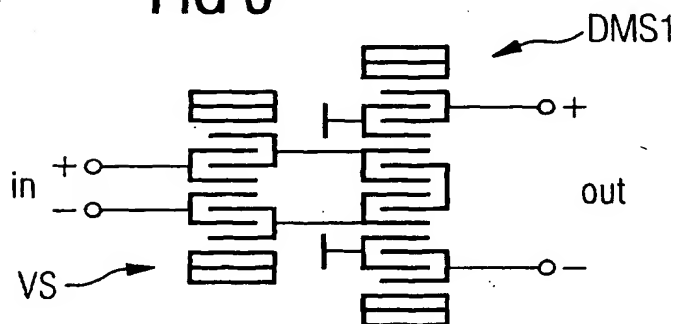


FIG 9

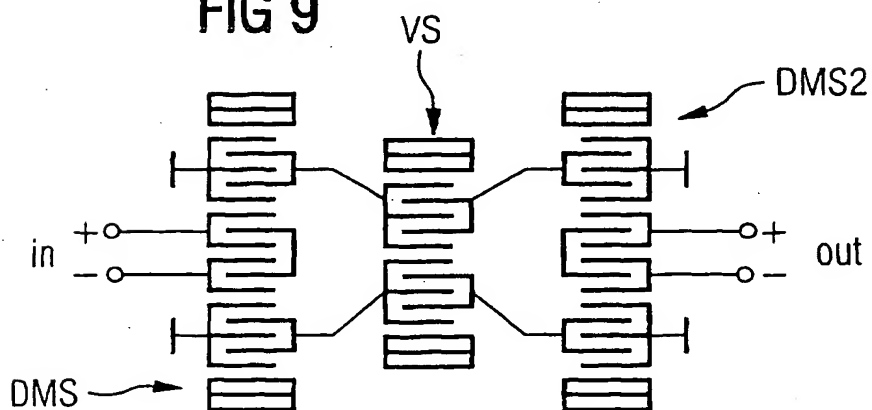


FIG 10

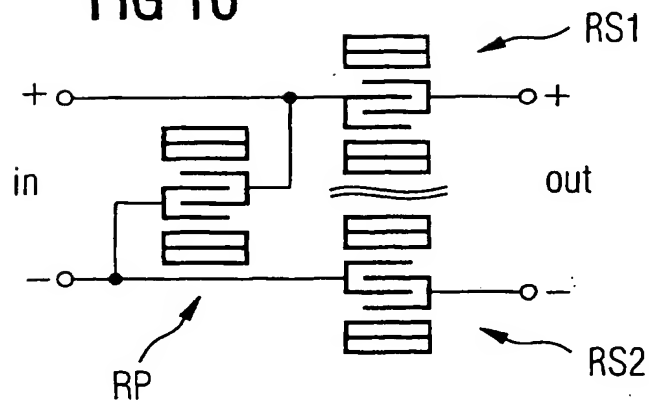


FIG 11

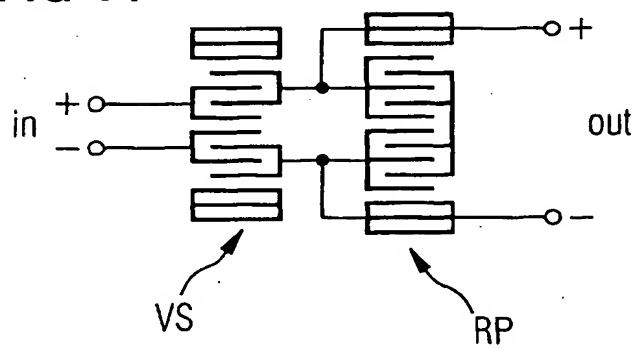


FIG 12

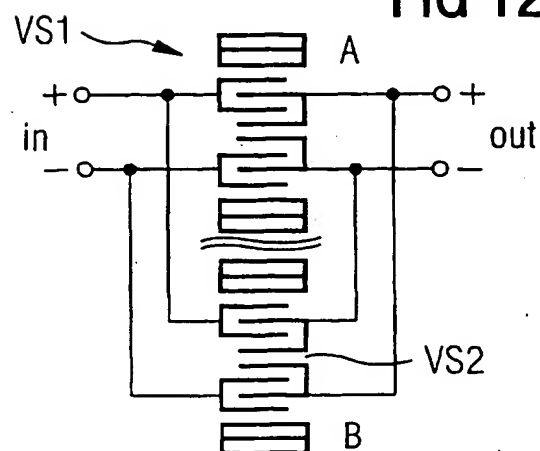


FIG 13

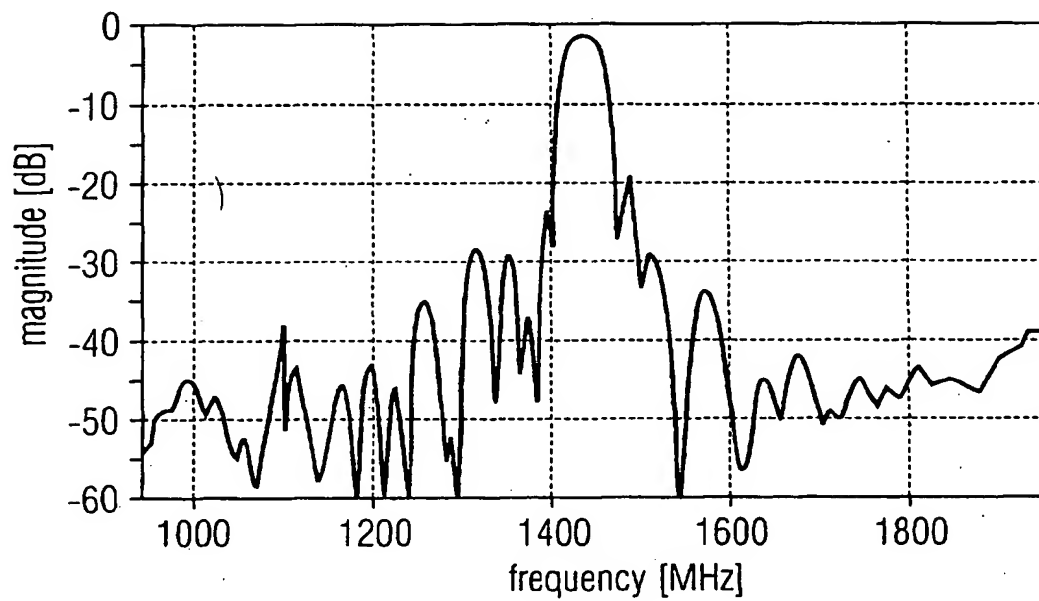
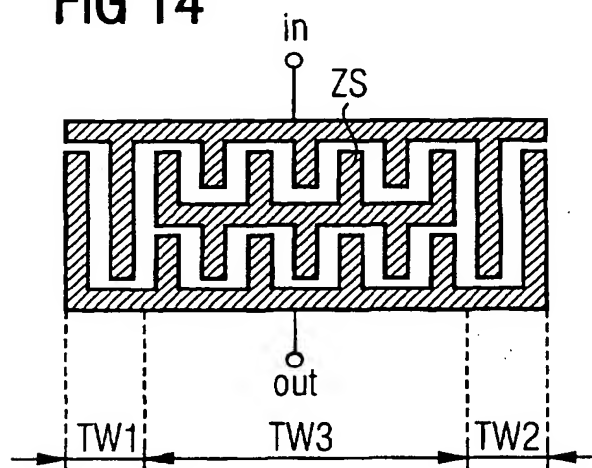


FIG 14



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.